GELUIDSTUIN: HOE SLANGEN REAGEREN OP GELUIDEN VIA DE LUCHT EN VIA DE GROND

SOUND GARDEN: HOW SNAKES RESPOND TO AIRBORNE AND GROUNDBORNE SOUNDS

Christina N. Zdenek, Timothy Staples, Chris Hay, Lachlan N. Bourke, Damian Candusso

Er zijn aanwijzingen dat slangen kunnen horen, maar hoe slangen van nature op geluid reageren, is nog steeds niet duidelijk. We hebben 304 gecontroleerde experimenten uitgevoerd op negentien slangen van vijf genera in een geluiddichte ruimte (4,9 x 4,9 m) bij 27°C, waar de effecten van drie geluiden op individueel slangengedrag werd vergeleken met controleslangen.

De gedragsexperimenten werden uitgevoerd in een grote (4,9 x 4,9 m) geluiddichte ruimte bij 27-28°C, wat temperaturen zijn binnen het normale activiteitsbereik van de slangen. Het testgebied (2,4 x 2,4 m) in de grote kamer maakte vrije beweging mogelijk van zelfs onze groot-

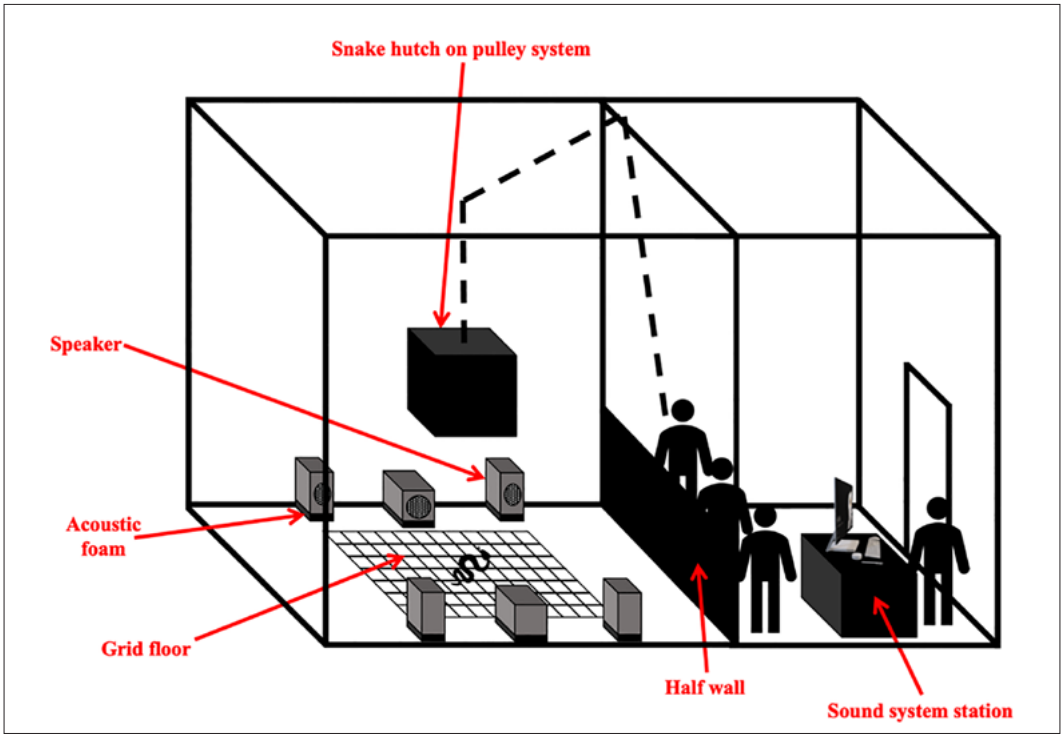
Christina N. Zdenek, Timothy Staples, Chris Hay, Lachlan N. Bourke, Damian Candusso

Evidence suggests that snakes can hear, but how snakes naturally respond to sound is still unclear. We conducted 304 controlled experiment trials on 19 snakes across five genera in a sound-proof room (4.9 x 4.9 m) at 27°C, observing the effects of three sounds on individual snake behaviour, compared to controls.

Behavioural experiments were conducted in a large (4.9 x 4.9 m) sound-proof room at 27-28°C, which are temperatures within the snakes' normal activity range. The testing area (2.4 x 2.4 m) within the large room enabled free movement of even our largest snake (2.2 m total body length) across the timber floor. The room was set up as two mirrored halves, with three

Tabel 1. De slangensoorten die in de studie gebruikt werden.
Table 1. Snakes included in the study.

Soort / Species	jaagmethode / Foraging mode	Leeftijd in jaren / Age in years	Aantal dieren / Number of animals
Oxyuranus scutellatus	actief / active	4-22	6
Pseudonaja textilis	actief / active	12	1
Pseudonaja affinis	actief / active	15	2
Acanthophis antarcticus	hinderlaag / ambush	6-8	3
Acanthophis rugosus	hinderlaag / ambush	7	2
Hoplocephalus bitorquatus	in bomen / arboreal	5-7	2
Aspidites ramsayi	actief in bomen / active arboreal	8-10	3



Figuur 1. *Schema van geluiddichte ruimte voor gecontroleerde proeven. De experimentele opstelling wordt aan de linkerkant getoond en het gegevensverzamelingsgebied en het geluidssysteemstation worden aan de rechterkant getoond.*
Figure 1. *Diagram of sound-proof room for controlled trials. The experimental set-up is shown on the left side, and the data collection area and sound system station are shown on the right side.*

ste slang (2,2 m totale lichaamslengte) over de houten vloer. De kamer was opgezet als twee gespiegelde helften, met drie luidsprekers op elke helft, in totaal zes luidsprekers op de vloer rondom en tegenover het slangenhok (60 x 60 x 40 (b x l x h)) in het midden van de kamer (zie Figuur 1).

We bepaalden acht gedragingen van de slangen (lichaamsbeweging, lichaamsbevriezing, kopschudden, tongelen, sissen, kop opheffen, kopfixatie, openen van de onderkaak) als reactie op drie geluiden, die werden gefilterd als roze ruis binnen de volgende frequentiebereiken:

S1: 0 -150 Hz (geluid 1, dat grondtrillingen veroorzaakt, die worden gemeten door een versnellingsmeter, zoals bij de trillingen van een machine of gebouw),

speakers on each halve, totalling six speakers on the floor surrounding and facing the snake hutch (60 x 60 x 40 (w x l x h)) in the middle of the room (Figure 1).

We quantified eight snake behaviours (body movement, body freezing, head-flicks, tongue-flicks, hissing, periscoping, head fixation, lower jaw drop) in response to three sounds, which were filtered pink-noise within the following frequency ranges

S1: 0–150Hz (sound 1, which produced ground vibrations, as measured by an accelerometer that involved in the vibration of a machine or building),

S2: 150–300Hz (sound 2, which did not produced ground vibrations),

S3: 300–450Hz (sound 3, which did not produced ground vibrations).

Tabel 2. Negen gedragingen van slangen die in het onderzoek zijn waargenomen.

Gedrag	Beschrijving
Beweging in een bepaalde richting	De afstand (cm), richting (naar, weg of loodrecht op het geluid) en tijdsduur (sec) waarin de slang beweegt. Gemeten aan de kop. Lichaamsbeweging onafhankelijk van de kop opgemerkt, maar niet direct gemeten.
Voorzichtig verkennende beweging	Het eerste 1/3e van het lichaam beweegt in verschillende richtingen, terwijl de rest van het lichaam ligt.
Tongelen	Het aantal keren dat de tong in en uit de mond gaat. Eén beweging van de tong in en uit = 1.
Bevriezen houding	Terwijl de slang alert is (kop omhoog en lichaam gespannen), een plotselinge stop van lichaamsbeweging, niet in een ontspannen houding.
Kopschudden	Snelle zijwaartse bewegingen van de kop onafhankelijk van lichaamsbeweging.
Sissen	Snelle uitademing van lucht door de bek om een sissend geluid te maken.
Openen van de onderkaak	Een kenmerkend laten zakken van de onderkaak gedurende een periode, die de giftanden op een defensieve manier laat zien.
Kop opheffen	Verticale beweging van de kop (en soms een deel van het lichaam) naar boven met een hoek van 45° of groter, niet in een S-curve positie.
Gefixeerde kop	Kop blijft in dezelfde richting, terwijl het lichaam zijwaarts beweegt.

S2: 150 - 300 Hz (geluid 2, dat geen grondtrillingen veroorzaakt),
S3: 300 - 450 Hz (geluid 3, dat geen grondtrillingen veroorzaakt).

Alle reacties van de slangen op geluid verschilden sterk per genus. Slechts één genus (*Aspidites*) reageerde sterk als reactie op geluid door meer te bewegen, maar drie andere genera (*Acanthophis*, *Oxyuranus* en *Pseudonaja*) reageerden juist vaker door van het geluid weg te gaan, wat duidt op mogelijk vermijdingsgedrag. Taipans vertoonden aanzienlijk vaker defensief en voorzichtig gedrag als reactie op geluid, maar drie van de vijf genera vertoonden significant verschillende soorten gedrag in geluidsproeven in vergelijking met de controledieren.

All snake responses were strongly genus dependent. The snakes of only one genus (*Aspidites*) significantly increased their probability of movement in response to sound, but three other genera (*Acanthophis, Oxyuranus,* and *Pseudonaja*) were more likely to move away from sound, signalling potential avoidance behaviour. Taipans significantly increased their likelihood of displaying defensive and cautious behaviours in response to sound, but three of the five genera exhibited significantly different types of behaviours in sound trials compared to the control.

The different genera of snakes responded to the airborne sound differently, but those in the same genus responded similarly. This suggests responses are inheritable, the team explains.

Table 2. Nine behaviours recorded for snakes included in the study.

Behaviour	Description
Directional movement	The distance (cm), direction (toward, away, or orthogonal of the sound), and length of time (sec) in which the snake moves. Measured at the head. Body movement independent of head noted but not measured directly.
Cautionary exploratory movement	The first 1/3rd of body moves in multiple directions while the rest of body is stationary.
Tongue flicks	The number of times the tongue goes in and out of the mouth. One motion of the tongue in and out = 1.
'Freeze' response	While snake is alert (head elevated and body tense), a sudden stop of body movement, not in relaxed posture.
Head jerks	Rapid lateral movements of the head independent body movement.
Hisses	Rapid exhalation of air through the mouth to make a hissing noise.
Dropping lower jaw	A distinctive drop of the lower jaw for a period, which exposes the fangs in a defensive manner.
Periscoping	Vertical movement of the head (and sometimes part of body) upwards with a 45° angle or greater, not in an s-curve position.
Fixation	Head facing same direction while body moves laterally.

De verschillende soorten slangen reageerden verschillend op het luchtgeluid, maar die van hetzelfde geslacht reageerden op dezelfde manier. Dit suggereert dat reacties overerfbaar zijn.

Deze samenvatting van het artikel werd gemaakt door Anton van Woerkom. Het originele artikel, waarin ook uitgebreid ingegaan wordt op de reacties op de verschillen in geluidsfrequenties, is te vinden in de literatuur:

This summary of the article was made by Anton van Woerkom. The original article, which also extensively discusses the reactions to the differences in sound frequencies, can be found in the literature:

Literatuur / Literature

- Zdenek CN, Staples T, Hay C, Bourke LN, Candusso D (2023). Sound garden: How snakes respond to airborne and groundborne sounds. PLoS ONE 18(2): e0281285. website: doi.org/10.1371/journal.pone.0281285
- Koumoundouros, Tessa, 2023. Snakes Can Hear You Better Than You Think. *ScienceAlert*. website: www.sciencealert.com/snakes-can-hear-you-better-than-you-think